

Publication number: JP2003158499 (A)

**Publication date:** 2003-05-30

**Inventor(s):**

**Applicant(s):**

**Classification:**

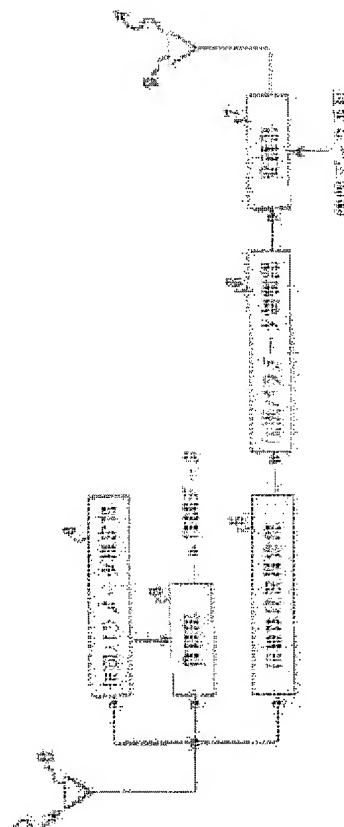
- international: H04J11/00; H04J11/00; (IPC1-7): H04J11/00

- European:

**Application number:** JP20010355078 20011120

**Priority number(s):** JP20010355078 20011120

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a communication method capable of realizing enhancement of system throughput and enhancement of transmission power efficiency as realizing satisfactory state estimation of a propagation path and sufficient compensation of transmission power efficiency. **SOLUTION:** In the communication method, communication is performed by using a multi-carrier modulation and demodulation system and furthermore, when at least any one of a modulation system, encoding ratio and information transmission rate are adaptively changed to sub-carrier units, at least any one of positions, the number and power of the sub-carriers (pilot sub-carriers) to be used as pilot signals are changed in accordance with the adapted modulation system, encoding ratio and information transmission rate.



Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-158499

(P2003-158499A)

(43) 公開日 平成15年5月30日 (2003.5.30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 4 J 11/00

識別記号

F I

H 0 4 J 11/00

データベース\*(参考)

Z 5 K 0 2 2

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-355078(P2001-355078)

(22) 出願日 平成13年11月20日 (2001. 11. 20)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 白井 務

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

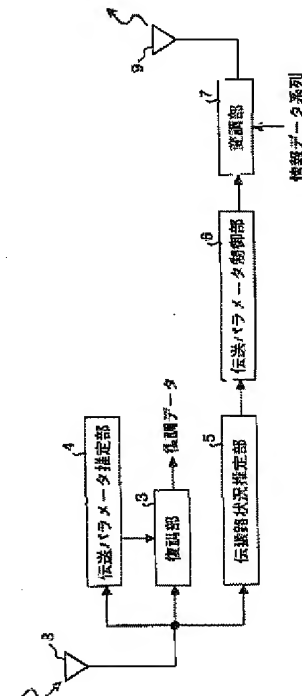
Fターム(参考) 5K022 DD01 DD13 DD18 DD21 DD31

(54) 【発明の名称】 通信方法および通信装置

(57) 【要約】

【課題】 良好な伝搬路状況推定および十分な受信波形の補償を実現しつつ、システムスループットの向上および送信電力効率の向上を実現可能な通信方法を得ること。

【解決手段】 本発明にかかる通信方法では、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行い、さらに、変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともいずれか1つをサブキャリア単位に適応的に変更する場合、パイロット信号として用いられるサブキャリア(パイロットサブキャリア)の位置、数および電力の少なくともいずれか1つを、適用された変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う装置間の通信方法にあっては、  
変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともいずれか1つを所定のサブキャリア単位に適応的に変更する場合、  
パイロット信号として用いられるサブキャリア（パイロットサブキャリア）に関するパラメータを、適用された変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする通信方法。

【請求項2】 前記所定のサブキャリア単位を、単一のサブキャリアとすることを特徴とする請求項1に記載の通信方法。

【請求項3】 前記所定のサブキャリア単位を、任意のサブキャリア数で構成されるサブバンドとすることを特徴とする請求項1に記載の通信方法。

【請求項4】 前記所定のサブキャリア単位を、単一のシンボル、任意の複数シンボル、単一のスロット、任意の複数スロット、単一のフレーム、または任意の複数フレーム、とすることを特徴とする請求項1に記載の通信方法。

【請求項5】 変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともいずれか1つを、単一シンボルを単位としてサブキャリア毎、複数シンボルを単位としてサブキャリア毎、単一スロットを単位としてサブキャリア毎、複数スロットを単位としてサブキャリア毎、単一フレームを単位としてサブキャリア毎、または、複数フレームを単位としてサブキャリア毎、に適応的に変更することを特徴とする請求項1に記載の通信方法。

【請求項6】 変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともいずれか1つを、単一シンボルを単位としてサブバンド毎、複数シンボルを単位としてサブバンド毎、単一スロットを単位としてサブバンド毎、複数スロットを単位としてサブバンド毎、単一フレームを単位としてサブバンド毎、または、複数フレームを単位としてサブバンド毎、に適応的に変更することを特徴とする請求項1に記載の通信方法。

【請求項7】 前記パラメータを、パイロットサブキャリアの位置、数、電力の少なくともいずれか1つとすることを特徴とする請求項1～6のいずれか一つに記載の通信方法。

【請求項8】 マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う装置間の通信方法にあっては、  
再送に用いられる変調方式、符号化率、情報伝送速度が再送前と同じである場合、パイロット信号として用いられるサブキャリアの位置、数、電力の少なくともいずれか1つを変更することを特徴とする通信方法。

【請求項9】 マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う通信装置にあっては、  
変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともいずれ

か1つを所定のサブキャリア単位に適応的に変更する場合に、パイロット信号として用いられるサブキャリア（パイロットサブキャリア）に関するパラメータを、適用された変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更する変調手段、  
を備えることを特徴とする通信装置。

【請求項10】 前記所定のサブキャリア単位を、単一のサブキャリアとすることを特徴とする請求項9に記載の通信装置。

【請求項11】 前記所定のサブキャリア単位を、任意のサブキャリア数で構成されるサブバンドとすることを特徴とする請求項9に記載の通信装置。

【請求項12】 前記所定のサブキャリア単位を、単一のシンボル、任意の複数シンボル、単一のスロット、任意の複数スロット、単一のフレーム、または任意の複数フレーム、とすることを特徴とする請求項9に記載の通信装置。

【請求項13】 変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともいずれか1つを、単一シンボルを単位としてサブキャリア毎、複数シンボルを単位としてサブキャリア毎、単一スロットを単位としてサブキャリア毎、複数スロットを単位としてサブキャリア毎、単一フレームを単位としてサブキャリア毎、または、複数フレームを単位としてサブキャリア毎、に適応的に変更することを特徴とする請求項9に記載の通信装置。

【請求項14】 変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともいずれか1つを、単一シンボルを単位としてサブバンド毎、複数シンボルを単位としてサブバンド毎、単一スロットを単位としてサブバンド毎、複数スロットを単位としてサブバンド毎、単一フレームを単位としてサブバンド毎、または、複数フレームを単位としてサブバンド毎、に適応的に変更することを特徴とする請求項9に記載の通信装置。

【請求項15】 前記変調手段は、  
前記パラメータを、パイロットサブキャリアの位置、数、電力の少なくともいずれか1つとすることを特徴とする請求項9～14のいずれか一つに記載の通信装置。

【請求項16】 マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う通信装置にあっては、  
再送に用いられる変調方式、符号化率、情報伝送速度が再送前と同じである場合に、パイロット信号として用いられるサブキャリアの位置、数、電力の少なくともいずれか1つを変更する変調手段、を備えることを特徴とする通信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、無線LANや移動体通信システム等の無線通信システムにてデータ通信を行う場合の通信方法に関するものであり、特に、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 変

復調方式等のマルチキャリア変復調方式を採用する通信方法および通信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】以下、従来の通信方法について説明する。図15は、文献「小電力データ通信システム広帯域移動アクセスシステム(HiSWANa)標準規格(案)第0.3版」電波産業会(平成12年10月12日)に示されているOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。

【0003】図15において、1はパイロットサブキャリアであり、2はデータサブキャリアであり、パイロットサブキャリアの位置、数および電力は、固定である。

【0004】一般的に、広帯域信号を無線区間で伝送すると、受信波形は、周波数選択性フェージングの影響により歪む。そのため、OFDM変復調方式では、図15のように、送信シンボルにパイロットキャリアを挿入し、受信機側でこのパイロットキャリアを用いて伝搬路状況を推定し、受信波形の補償を行う。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記、従来の通信方法にあつては、すべてのサブキャリアにおいてパイロットサブキャリア数およびパイロットサブキャリア電力が同じであるため、周波数選択性フェージングの影響により十分な信号電力対雑音電力比(SNR)が得られないサブキャリアが存在することがあり、その場合、伝搬路状況推定の精度が劣化し、受信波形の補償を十分に行えない、という問題があった。

【0006】また、従来の通信方法にあつては、変調多値数の大きさに依存して耐周波数選択性フェージング特性が劣化するので、OFDM変調方式において各サブキャリアの変調方式を適応的に変える場合、十分なSNRが得られないサブキャリアが存在することがあり、その場合、伝搬路状況推定の精度が劣化し、受信波形の補償を十分に行えない、という問題があった。

【0007】また、十分な受信波形の補償を行うために必要な伝搬路状況推定の精度を実現するためには、パイロットキャリアのSNRの向上が必要である。しかしながら、従来の通信方法においては、パイロットキャリアのSNRを向上させるためにパイロットサブキャリア数を増加させると、システムスループットが低下する、という問題があった。また、パイロットキャリアのSNRを向上させるためにパイロットサブキャリア電力を増加させると、送信電力効率が低下する、という問題があった。

【0008】この発明は、上記に鑑みてなされたものであつて、OFDM変復調方式を採用する無線通信において、良好な伝搬路状況推定および十分な受信波形の補償を実現しつつ、システムスループットの向上および送信電力効率の向上を実現可能な通信方法および通信装置を得ることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる通信方法にあつては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行い、変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともいずれか1つを所定のサブキャリア単位に適応的に変更する場合、パイロット信号として用いられるサブキャリア(パイロットサブキャリア)に関するパラメータを、適用された変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更することを特徴とする。

【0010】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、前記所定のサブキャリア単位を、単一のサブキャリアとすることを特徴とする。

【0011】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、前記所定のサブキャリア単位を、任意のサブキャリア数で構成されるサブバンドとすることを特徴とする。

【0012】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、前記所定のサブキャリア単位を、単一のシンボル、任意の複数シンボル、単一のスロット、任意の複数スロット、単一のフレーム、または任意の複数フレーム、とすることを特徴とする。

【0013】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともいずれか1つを、単一シンボルを単位としてサブキャリア毎、複数シンボルを単位としてサブキャリア毎、単一スロットを単位としてサブキャリア毎、複数スロットを単位としてサブキャリア毎、単一フレームを単位としてサブキャリア毎、または、複数フレームを単位としてサブキャリア毎、に適応的に変更することを特徴とする。

【0014】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともいずれか1つを、単一シンボルを単位としてサブバンド毎、複数シンボルを単位としてサブバンド毎、単一スロットを単位としてサブバンド毎、複数スロットを単位としてサブバンド毎、単一フレームを単位としてサブバンド毎、または、複数フレームを単位としてサブバンド毎、に適応的に変更することを特徴とする。

【0015】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、前記パラメータを、パイロットサブキャリアの位置、数、電力の少なくともいずれか1つとすることを特徴とする。

【0016】つぎの発明にかかる通信方法にあつては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行い、再送に用いられる変調方式、符号化率、情報伝送速度が再送前と同じである場合、パイロット信号として用いられるサブキャリアの位置、数、電力の少なくともいずれか1つを変更することを特徴とする。

【0017】つぎの発明にかかる通信装置にあつては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う構成とし、変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともい

ずれか1つを所定のサブキャリア単位に適応的に変更する場合に、パイロット信号として用いられるサブキャリア（パイロットサブキャリア）に関するパラメータを、適用された変調方式、符号化率、情報伝送速度に応じて変更する変調手段、を備えることを特徴とする。

【0018】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、前記所定のサブキャリア単位を、単一のサブキャリアとすることを特徴とする。

【0019】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、前記所定のサブキャリア単位を、任意のサブキャリア数で構成されるサブバンドとすることを特徴とする。

【0020】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、前記所定のサブキャリア単位を、単一のシンボル、任意の複数シンボル、単一のスロット、任意の複数スロット、単一のフレーム、または任意の複数フレーム、とすることを特徴とする。

【0021】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともいずれか1つを、単一シンボルを単位としてサブキャリア毎、複数シンボルを単位としてサブキャリア毎、単一スロットを単位としてサブキャリア毎、複数スロットを単位としてサブキャリア毎、単一フレームを単位としてサブキャリア毎、または、複数フレームを単位としてサブキャリア毎、に適応的に変更することを特徴とする。

【0022】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともいずれか1つを、単一シンボルを単位としてサブバンド毎、複数シンボルを単位としてサブバンド毎、単一スロットを単位としてサブバンド毎、複数スロットを単位としてサブバンド毎、単一フレームを単位としてサブバンド毎、または、複数フレームを単位としてサブバンド毎、に適応的に変更することを特徴とする。

【0023】つぎの発明にかかる通信装置において、前記変調手段は、前記パラメータを、パイロットサブキャリアの位置、数、電力の少なくともいずれか1つとすることを特徴とする。

【0024】つぎの発明にかかる通信装置にあっては、マルチキャリア変復調方式を用いて通信を行う構成とし、再送に用いられる変調方式、符号化率、情報伝送速度が再送前と同じである場合に、パイロット信号として用いられるサブキャリアの位置、数、電力の少なくともいずれか1つを再送前と変更する変調手段、を備えることを特徴とする。

【0025】

【発明の実施の形態】以下に、本発明にかかる通信方法および通信装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0026】実施の形態1. 図1は、本発明にかかる通信装置の構成を示す図である。図1において、3は復調

部であり、4は伝送パラメータ推定部であり、5は伝搬路状況推定部であり、6は伝送パラメータ制御部であり、7は変調部であり、8は受信アンテナであり、9は送信アンテナである。

【0027】上記通信装置における伝送パラメータ推定部4では、受信アンテナ8で受け取った信号から、各サブキャリアにおいて伝送に使われた変調方式等のパラメータを推定（抽出）し、その抽出結果を復調部3に対して通知する。復調部3では、伝送パラメータ推定部4の抽出結果を用いて、受信アンテナ8で受け取った信号を復調する。伝搬路状況推定部5では、受信アンテナ8で受け取った信号から伝搬路状況を推定し、その推定結果を伝送パラメータ制御部6に対して通知する。伝送パラメータ制御部6では、伝搬路状況推定部5の推定結果を用いて、各サブキャリアで適用する変調方式の伝送パラメータを決定し、その決定結果を変調部7に対して通知する。変調部7では、伝送パラメータ制御部6の決定結果を用いて情報データ系列を変調する。

【0028】このとき、変調部7では、以下に示す本実施の形態の通信方法に従って、パイロットシンボルを挿入する。

【0029】図2は、実施の形態1の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図である。図2において、10はパイロットサブキャリアであり、11はデータサブキャリアであり、12は1シンボルである。なお、ここでは、各パイロットサブキャリアの電力が等しいものとする。

【0030】本実施の形態では、OFDM変復調方式において、サブキャリア単位に変調方式を適応的に変更する場合、図2に示すように、各サブキャリアにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの位置および数を変更する。

【0031】たとえば、時間 $t(1)$ のサブキャリアにはBPSK変調方式が適用されたサブキャリアが3つあり、時間 $t(1)$ の残りのサブキャリアにはQPSK変調方式が適用されており、時間 $t(2)$ のサブキャリアにはBPSK変調方式が適用されたサブキャリアが1つあり、時間 $t(2)$ の残りのサブキャリアにはQPSK変調方式が適用された場合を一例として説明する。なお、耐周波数選択性フェージング特性の良いBPSK変調方式をパイロットサブキャリアとした場合は、パイロットサブキャリア数を減らしても高精度に伝搬路状況を推定できるので、QPSK変調方式等のBPSK変調方式よりも変調多値数の大きな変調方式をパイロットサブキャリアとした場合よりも、パイロットサブキャリアの数を減らすことができる。

【0032】したがって、時間 $t(1)$ では、BPSK変調方式が適用されている3つのサブキャリアをパイロットサブキャリアとし、時間 $t(2)$ では、BPSK変調方式が適用されている1つのサブキャリアと、QPS

K変調方式が適用されているサブキャリア中のいずれか3つを、パイロットサブキャリアとする。

【0033】このように、本実施の形態では、各サブキャリアにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの位置および数を変更することにより、パイロットサブキャリアのトータル数を少なくし、システムスループットを向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載(BPSK等)の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、パイロットサブキャリアの位置および数についても、所望の伝搬路状況推定品質が得られる範囲で任意とする。

【0034】つぎに、上記実施の形態1の構成において、各サブキャリアに適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの電力を変更する場合について説明する。図3は、実施の形態1の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図であり、13はデータサブキャリアであり、14はパイロットサブキャリアである。なお、ここでは、各サブキャリアの縦軸の長さで電力の大小を表現する。また、周波数 $f(3)$ 、 $f(6)$ のサブキャリアはパイロットサブキャリアであり、時間 $t(1)$ の周波数 $f(3)$ 、 $f(6)$ にはQPSK変調方式が適用されており、時間 $t(2)$ の周波数 $f(3)$ 、 $f(6)$ にはそれぞれ16QAM、BPSK変調方式が適用されている。

【0035】したがって、耐周波数選択性フェージング特性の良いBPSK変調方式が適用された時間 $t(2)$ における周波数 $f(6)$ のパイロットサブキャリアは、電力を減らしても高精度に伝搬路状況を推定できるのでパイロットサブキャリア電力を減らす。一方、耐周波数選択性フェージング特性の悪い16QAM変調方式が適用された時間 $t(2)$ における周波数 $f(3)$ のパイロットサブキャリアは、パイロットサブキャリア電力を増やすことでパイロットサブキャリアのSNRを向上させ、伝搬路状況推定精度を所望のレベルに保つ。

【0036】このように、本実施の形態では、パイロットサブキャリアに適用された変調方式に応じてその電力を可変とすることにより、送信電力効率を向上させることもできる。

【0037】以上、本実施の形態においては、パイロットサブキャリアの位置および数を可変にする場合と、パイロットサブキャリアの電力を可変にする場合、について説明を行ったが、これに限らず、OFDM変復調方式においてサブキャリア単位に変調方式を適応的に変更する構成であれば、たとえば、各サブキャリアにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの位置、数および電力の中の少なくともいずれか1つを変更することとしてもよい。また、上記位置、数および電力は、所望の伝搬路状況推定精度を保つ範囲で任意とする。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを改善でき

る。

【0038】実施の形態2. 図4は、実施の形態2の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図である。図4において、15はパイロットサブキャリアであり、16はデータサブキャリアであり、17は1シンボルである。なお、ここでは、各パイロットサブキャリアの電力が等しいものとする。

【0039】ここで、本実施の形態の通信装置の動作について説明する。なお、通信装置の構成については、前述の実施の形態1の構成と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。ここでは、動作の異なる伝送パラメータ推定部4、伝送パラメータ制御部6および変調部7について説明する。伝送パラメータ推定部4では、受信アンテナ8で受け取った信号から、各サブバンドにおいて伝送に使われた変調方式等のパラメータを推定(抽出)し、その抽出結果を復調部3に対して通知する。伝送パラメータ制御部6では、伝搬路状況推定部5の推定結果を用いて、各サブバンドで適用する変調方式の伝送パラメータを決定し、その決定結果を変調部7に対して通知する。

【0040】そして、変調部7では、以下に示す本実施の形態の通信方法に従って、パイロットシンボルを挿入する。本実施の形態では、OFDM変復調方式においてサブバンド単位に変調方式を適応的に変更する場合、図4に示すように、各サブバンドにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの数および位置を変更する。

【0041】たとえば、時間 $t(1)$ において、周波数 $f(1)$ と $f(2)$ と $f(3)$ 、周波数 $f(4)$ と $f(5)$ と $f(6)$ 、周波数 $f(7)$ と $f(8)$ と $f(9)$ の個別のサブバンドに、それぞれBPSK変調方式、QPSK変調方式、BPSK変調方式が適用されている場合を一例として説明する。

【0042】第1に、耐周波数選択性フェージング特性の良いBPSK変調方式が適用された周波数 $f(1)$ と $f(2)$ と $f(3)$ 、 $f(7)$ と $f(8)$ と $f(9)$ の各サブバンドは、パイロットサブキャリア数が少なくとも高精度に伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブキャリア数を周波数 $f(1)$ 、 $f(7)$ の1つとする。第2に、BPSK変調方式に比べ、耐周波数選択性フェージング特性の悪いQPSK変調方式が適用された周波数 $f(4)$ と $f(5)$ と $f(6)$ のサブバンドは、パイロットサブキャリア数を増やすことで伝搬路状況推定精度を向上させる。

【0043】このように、本実施の形態では、サブバンド毎にパイロットサブキャリアの位置および数を可変とすることにより、パイロットシンボルのトータル数を少なくし、システムスループットを向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、各サブバン

ドのパイロットサブキャリアの位置および数についても任意とする。また、サブバンドの分け方についても、これに限らず任意である。

【0044】以上、本実施の形態においては、OFDM変復調方式においてサブバンド単位に変調方式を適応的に変更する場合、サブバンド単位に適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの位置および数を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットを大幅に向上させることができる。

【0045】なお、本実施の形態においては、パイロットサブキャリアの位置および数を可変とする場合について説明を行ったが、これに限らず、各サブバンドにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの位置、数および電力の中の少なくともいずれか1つを変更することとしてもよい。この場合、上記位置、数および電力は所望の伝搬路状況推定精度を保つ範囲で任意とする。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを向上させることができる。

【0046】実施の形態3. 図5は、実施の形態3の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図である。図5において、18はパイロットサブキャリアであり、19はデータサブキャリアであり、20は1シンボルである。なお、ここでは、各パイロットサブキャリアの電力が等しいものとする。

【0047】ここで、本実施の形態の通信装置の動作について説明する。なお、通信装置の構成については、前述の実施の形態1の構成と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。ここでは、動作の異なる伝送パラメータ推定部4、伝送パラメータ制御部6および変調部7について説明する。伝送パラメータ推定部4では、受信アンテナ8で受け取った信号から、各シンボルにおいて伝送に使われた変調方式のパラメータを推定（抽出）し、その抽出結果を復調部3に対して通知する。伝送パラメータ制御部6では、伝搬路状況推定部5の推定結果を用いて、各シンボルで適用する変調方式の伝送パラメータを決定し、その決定結果を変調部7に対して通知する。

【0048】そして、変調部7では、以下に示す本実施の形態の通信方法に従って、パイロットシンボルを挿入する。本実施の形態では、OFDM変復調方式においてシンボル単位に変調方式を適応的に変更する場合、図5に示すように、各シンボルにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの数および位置を変更する。

【0049】たとえば、時間 $t(1)$ から始まるシンボルにBPSK変調方式が適用され、時間 $t(n+1)$ から始まるシンボルにQPSK変調方式が適用されている場合を一例として説明する。

【0050】第1に、耐周波数選択性フェージング特性

の良いBPSK変調方式が適用された時間 $t(1)$ から始まるシンボルは、パイロットサブキャリア数が少なくても高精度に伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブキャリアを4サブキャリア間隔で配置する。第2に、BPSK変調方式に比べ、耐周波数選択性フェージング特性の悪いQPSK変調方式が適用された時間 $t(n+1)$ から始まるシンボルは、パイロットサブキャリア数を増やすことで伝搬路状況推定精度を向上させる。

【0051】このように、本実施の形態では、シンボル毎にパイロットサブキャリアの位置および数を可変とすることにより、パイロットシンボルのトータル数を少なくし、システムスループットを向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、各シンボルのパイロットサブキャリアの位置および数についても任意とする。

【0052】以上、本実施の形態においては、OFDM変復調方式においてシンボル単位に変調方式を適応的に変更する場合、シンボル単位に適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの位置および数を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットを大幅に向上させることができる。

【0053】なお、本実施の形態においては、パイロットサブキャリアの位置および数を可変とする場合について説明を行ったが、これに限らず、各シンボルにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの位置、数および電力の中の少なくともいずれか1つを変更することとしてもよい。この場合、上記位置、数および電力は所望の伝搬路状況推定精度を保つ範囲で任意とする。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを向上させることができる。

【0054】また、本実施の形態では、変調方式をシンボル単位に適応的に変更することとしたが、これに限らず、変調方式の変更単位を、たとえば、複数シンボル単位、スロット単位、複数スロット単位、フレーム単位、または複数フレーム単位としてもよい。

【0055】実施の形態4. 図6は、実施の形態4の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図である。図6において、21はパイロットサブキャリアであり、22はデータサブキャリアであり、23は1シンボルである。なお、ここでは、各パイロットサブキャリアの電力が等しいものとする。

【0056】ここで、本実施の形態の通信装置の動作について説明する。なお、通信装置の構成については、前述の実施の形態1の構成と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。ここでは、動作の異なる伝送パラメータ推定部4、伝送パラメータ制御部6および変調部7について説明する。伝送パラメータ推定部4



では、受信アンテナ8で受け取った信号から、シンボルを単位として各サブキャリアにおいて伝送に使われた変調方式のパラメータを推定（抽出）し、その抽出結果を復調部3に対して通知する。伝送パラメータ制御部6では、伝搬路状況推定部5の推定結果を用いて、シンボル単位に各サブキャリアで適用する変調方式の伝送パラメータを決定し、その決定結果を変調部7に対して通知する。

【0057】そして、変調部7では、以下に示す本実施の形態の通信方法に従って、パイロットシンボルを挿入する。本実施の形態では、OFDM変復調方式においてシンボル単位かつサブキャリア単位に変調方式を適応的に変更する場合、図6に示すように、各サブキャリアにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの数および位置を変更する。

【0058】たとえば、時間 $t(1)$ から始まるシンボルの周波数 $f(1)$ 、 $f(4)$ 、 $f(5)$ 、 $f(9)$ …のサブキャリアにBPSK変調方式が適用され、周波数 $f(2)$ 、 $f(3)$ 、 $f(6)$ 、 $f(7)$ 、 $f(8)$ …にQPSK変調方式が適用され、時間 $t(n+1)$ から始まるシンボルの周波数 $f(2)$ 、 $f(18)$ …のサブキャリアにBPSK変調方式が適用され、周波数 $f(1)$ 、 $f(3)$ 、 $f(4)$ 、 $f(5)$ 、 $f(6)$ 、 $f(7)$ 、 $f(8)$ 、 $f(9)$ …にQPSK変調方式が適用されている場合を一例として説明する。

【0059】第1に、時間 $t(1)$ から始まるシンボルの周波数 $f(1)$ 、 $f(4)$ 、 $f(5)$ 、 $f(9)$ のサブキャリアは、耐周波数選択性フェージング特性の良いBPSK変調方式が適用されているので、パイロットサブキャリアとして適している。そこで、周波数 $f(1)$ 、 $f(5)$ 、 $f(9)$ のサブキャリアをパイロットサブキャリアとして用いる。

【0060】第2に、時間 $t(n+1)$ から始まるシンボルの周波数 $f(2)$ のサブキャリアは、耐周波数選択性フェージング特性の良いBPSK変調方式が適用されているので、パイロットサブキャリアとして適している。そこで、周波数 $f(2)$ のサブキャリアをパイロットサブキャリアとして用いる。また、周波数 $f(6)$ のサブキャリアは、BPSK変調方式に比べ、耐周波数選択性フェージング特性の悪いQPSK変調方式が適用されているが、次にBPSK変調方式が適用されるサブキャリアが周波数 $f(18)$ となっているため、パイロットサブキャリア間隔が大きくなりすぎるのを避けるためにパイロットサブキャリアとして用いる。これにより、伝搬路状況推定精度が所望の品質を保つようにする。

【0061】このように、本実施の形態では、シンボルを単位としてサブキャリア毎に変調方式を可変とすることにより、パイロットシンボルのトータル数を少なくし、システムスループットを向上させる。なお、本実

施の形態では、上記記載の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、パイロットサブキャリアの位置および数についても任意とする。

【0062】以上、本実施の形態においては、OFDM変復調方式においてシンボルを単位としてサブキャリア毎に変調方式を適応的に変更する場合、適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの位置および数を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットを大幅に向上させることができる。

【0063】なお、本実施の形態においては、パイロットサブキャリアの位置および数を可変とする場合について説明を行ったが、これに限らず、各サブキャリアにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの位置、数および電力の少なくともいずれか1つを変更することとしてもよい。この場合、位置、数および電力は所望の伝搬路状況推定精度を保つ範囲で任意とする。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを向上させることができる。

【0064】また、本実施の形態では、各サブキャリアの変調方式を、シンボルを単位としてサブキャリア毎に適応的に変更することとしたが、これに限らず、たとえば、複数シンボルを単位としてサブキャリア毎、スロットを単位としてサブキャリア毎、複数スロットを単位としてサブキャリア毎、フレームを単位としてサブキャリア毎、または複数フレームを単位としてサブキャリア毎、に変更することとしてもよい。

【0065】実施の形態5. 図7は、実施の形態5の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図である。図7において、24はパイロットサブキャリアであり、25はデータサブキャリアであり、26は1シンボルである。なお、ここでは、各パイロットサブキャリアの電力が等しいものとする。

【0066】ここで、本実施の形態の通信装置の動作について説明する。なお、通信装置の構成については、前述の実施の形態1の構成と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。ここでは、動作の異なる伝送パラメータ推定部4、伝送パラメータ制御部6および変調部7について説明する。伝送パラメータ推定部4では、受信アンテナ8で受け取った信号から、シンボルを単位として各サブバンドにおいて伝送に使われた変調方式のパラメータを推定（抽出）し、その抽出結果を復調部3に対して通知する。伝送パラメータ制御部6では、伝搬路状況推定部5の推定結果を用いて、シンボル単位に各サブバンドで適用する変調方式の伝送パラメータを決定し、その決定結果を変調部7に対して通知する。

【0067】そして、変調部7では、以下に示す本実施の形態の通信方法に従って、パイロットシンボルを挿入する。本実施の形態では、OFDM変復調方式において



シンボルを単位としてサブバンド毎に変調方式を適応的に変更する場合、図7に示すように、各サブバンドにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの数および位置を変更する。

【0068】たとえば、時間 $t$  (1) から始まるシンボルのサブバンド (1), サブバンド (3) にBPSK変調方式が適用され、サブバンド (2) にQPSK変調方式が適用され、時間 $t$  ( $n+1$ ) から始まるシンボルのサブバンド (1) にQPSK変調方式が適用され、サブバンド (2), サブバンド (3) にBPSK変調方式が適用されている場合を一例として説明する。

【0069】第1に、耐周波数選択性フェージング特性の良いBPSK変調方式が適用された時間 $t$  (1) から始まるシンボルのサブバンド (1), (3) は、パイロットサブキャリア数が少なくても高精度に伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブキャリアをサブバンド内で1つとする。

【0070】第2に、BPSK変調方式に比べ、耐周波数選択性フェージング特性の悪いQPSK変調方式が適用された時間 $t$  (1) から始まるシンボルのサブバンド (2) は、パイロットサブキャリア数を増やすことで伝搬路状況推定精度を向上させる。

【0071】第3に、耐周波数選択性フェージング特性の良いBPSK変調方式が適用された時間 $t$  ( $n+1$ ) から始まるシンボルのサブバンド (2), (3) は、パイロットサブキャリア数が少なくても高精度に伝搬路状況を推定できるので、パイロットサブキャリアをサブバンド内で1つとする。

【0072】第4に、BPSK変調方式に比べ、耐周波数選択性フェージング特性の悪いQPSK変調方式が適用された時間 $t$  ( $n+1$ ) から始まるシンボルのサブバンド (1) は、パイロットサブキャリア数を増やすことで伝搬路状況推定精度を向上させる。

【0073】このように、本実施の形態では、シンボルを単位としてサブバンド毎にパイロットサブキャリアの位置および数を可変とすることにより、パイロットシンボルのトータル数を少なくし、システムスループットを向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載の変調方式を適用することとしたが、これに限らず任意とする。また、パイロットサブキャリアの位置および数についても任意とする。また、サブバンドの分け方についても、これに限らず任意とする。

【0074】以上、本実施の形態においては、OFDM変復調方式においてシンボルを単位としてサブバンド単位に変調方式を適応的に変更する場合、適用する変調方式に応じて、パイロットサブキャリアの位置および数を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループットを大幅に向上させることができる。

【0075】なお、本実施の形態においては、パイロットサブキャリアの位置および数を可変とする場合につい

て説明を行ったが、これに限らず、たとえば、各サブキャリアにおいて適用された変調方式に応じてパイロットサブキャリアの位置、数および電力の少なくともいずれか1つを変更することとしてもよい。この場合、上記位置、数および電力は所望の伝搬路状況推定精度を保つ範囲で任意とする。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを向上させることができる。

【0076】また、本実施の形態では、各サブキャリアの変調方式を、シンボルを単位としてサブバンド毎に適応的に変更することとしたが、これに限らず、たとえば、複数シンボルを単位としてサブバンド毎、スロットを単位としてサブバンド毎、複数スロットを単位としてサブバンド毎、フレームを単位としてサブバンド毎、または複数フレームを単位としてサブバンド毎、に変更することとしてもよい。

【0077】実施の形態6、図8および図9は、実施の形態6の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図であり、詳細には、図8は、再送前のサブキャリア配置を示しており、図9は、再送時のサブキャリア配置を示している。図8において、28はパイロットサブキャリアであり、27はデータサブキャリアであり、29は1シンボルである。また、図9において、31はパイロットサブキャリアであり、30はデータサブキャリアであり、32は1シンボルである。なお、ここでは、各パイロットサブキャリアの電力が等しいものとする。

【0078】ここで、本実施の形態の通信装置の動作について説明する。図10は、本発明にかかる通信装置の実施の形態6の構成を示す図である。図10において、33は伝送パラメータ推定部であり、34はパイロットサブキャリア記憶部であり、35はパイロットサブキャリア変更部であり、36は復調部であり、37は変調部であり、38は受信アンテナであり、39は送信アンテナである。

【0079】上記通信装置における伝送パラメータ推定部33では、受信アンテナ38で受け取った信号から、パイロットサブキャリアに使われたサブキャリアを推定（抽出）し、その抽出結果を復調部36に対して通知する。復調部36では、伝送パラメータ推定部33の抽出結果を用いて、受信アンテナ38で受け取った信号を復調する。パイロットサブキャリア記憶部34では、再送要求がなければ記憶しているパイロットサブキャリアの位置、数および電力の情報を変調部37に通知し、再送要求があればパイロットサブキャリア変更部35に再送要求を通知する。パイロットサブキャリア変更部35では、パイロットサブキャリア記憶部34からの再送要求を受けるとパイロットサブキャリアの位置、数および電力の少なくともいずれか1つを変更し、その情報を変調部37に通知する。変調部37では、パイロットサブキ

キャリア記憶部34もしくはパイロットサブキャリア変更部35から通知されるパイロットサブキャリア情報を用いて、パイロットサブキャリアの挿入および情報データ系列の変調を行う。

【0080】そして、変調部37では、以下に示す本実施の形態の通信方法に従って、パイロットシンボルを挿入する。本実施の形態では、OFDM変復調方式において再送がある場合、図9に示すように、パイロットサブキャリアの数および位置を変更する。

【0081】たとえば、図8に示すように再送前の時間 $t(1)$ において、周波数 $f(5)$ 、 $f(7)$ のサブキャリアがパイロットサブキャリアとして用いられている場合を一例として説明する。

【0082】再送要求がある場合、時間 $t_r(1)$ では、図9に示すように、パイロットサブキャリアとして周波数 $f(1)$ 、 $f(3)$ 、 $f(5)$ のサブキャリアを用いる。すなわち、パイロットサブキャリア数を増やすことで伝搬路状況推定精度を向上させる。

【0083】このように、本実施の形態では、再送時にパイロットサブキャリアの位置および数を可変とすることにより、伝搬路状況推定精度を向上させる。なお、本実施の形態では、上記記載の変調方式を適用することとしたが、これに限らず、任意とする。また、パイロットサブキャリアの位置および数についても任意とする。

【0084】また、本実施の形態においては、パイロットサブキャリアの位置および数を可変とする場合について説明を行ったが、これに限らず、再送時に、たとえば、パイロットサブキャリアの位置、数および電力の少なくともいずれか1つを変更することとしてもよい。この場合、上記位置、数および電力は所望の伝搬路状況推定精度を保つ範囲で任意とする。

【0085】また、上記OFDM変復調方式では、変調方式を適応的に変更してもよい。このとき、再送時に伝送パラメータが再送前の伝送パラメータと変わらない場合は、パイロットサブキャリアの位置および数を可変とする。

【0086】つぎに、上記と異なる本実施の形態の通信装置の動作について説明する。図11は、本発明にかかる通信装置の実施の形態6の構成を示す図である。なお、前述の実施の形態1と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。また、OFDM変復調方式のサブキャリア配置については、上記図8および図9と同様である。ここでは、動作の異なる伝送パラメータ記憶部40、伝送パラメータ比較部41およびパイロットサブキャリア変更部42の動作について説明する。

【0087】伝送パラメータ記憶部40では、伝送パラメータ制御部6からの情報を記憶しておき、その情報を伝送パラメータ比較部41に通知する。伝送パラメータ比較部41では、伝送パラメータ制御部6からの情報と

伝送パラメータ記憶部40からの情報を比較し、その結果が異なる場合には伝送パラメータ制御部6からの情報を用いるように変調部7に通知し、結果が同じ場合にはパイロットサブキャリア変更部42にパイロットサブキャリアの位置および数を変更するように通知する。パイロットサブキャリア変更部42では、伝送パラメータ比較部41から、パイロットサブキャリアの位置および数の変更通知を受け取ると、変更したパイロットサブキャリアの位置および数の情報を変調部7に通知する。

【0088】そして、変調部7では、以下に示す本実施の形態の通信方法に従って、パイロットシンボルを挿入する。本実施の形態では、OFDM変復調方式において変調方式を適応的に変更することとし、たとえば、再送時に伝送パラメータが再送前と変わらない場合、パイロットサブキャリアの位置および数を変更する。

【0089】なお、ここでは、パイロットサブキャリアの位置および数を可変とする場合について説明を行ったが、これに限らず、再送時に、パイロットサブキャリアの位置、数および電力の少なくともいずれか1つを変更することとしてもよい。この場合、上記位置、数および電力は所望の伝搬路状況推定精度を保つ範囲で任意とする。

【0090】また、上記実施の形態1～6では、OFDM変復調方式において可変にするパラメータを変調方式として説明したが、これに限らず、たとえば、変調方式、符号化率、情報伝送速度の少なくともいずれか1つを可変にした場合であっても、同様の効果を得ることができる。

【0091】実施の形態7、上記実施の形態1～6では、図1、図10または図11に示す通信装置を用いて、本発明の特徴となる変調部7および変調部37の動作について説明したが、通信装置の全体構成については、たとえば、図12、図13または図14のいずれを用いることとしてもよい。また、本発明の特徴となる変調部7および変調部37については、上記各実施の形態と同様に動作する。これにより、前述の実施の形態1～6と同様の効果を得ることができる。

【0092】以下、図12～図14において、上記図1と異なる動作についてのみ説明する。たとえば、図12において、伝搬路状況推定部43では、受信アンテナ8で受け取った信号から伝搬路状況を推定し、その推定結果を変調部7に対して通知する。伝搬路状況推定部44では、受信アンテナ8で受け取った信号から逆回線の伝搬路状況を推定し、その推定結果を伝送パラメータ制御部6に対して通知する。伝送パラメータ制御部6では、伝搬路状況推定部44の推定結果を用いて、各サブキャリア（サブバンド、シンボル等）で適用する変調方式（符号化率、情報伝送速度）のパラメータを決定し、その決定結果を変調部7に対して通知する。変調部7では、伝送パラメータ制御部6の決定結果を用いて、情報

データ系列および伝搬路状況推定部43からの情報を変調する。

【0093】また、図13において、伝搬路状況推定部46では、受信アンテナ8で受け取った信号から伝搬路状況を推定し、その推定結果を送信パラメータ選択部45に対して通知する。送信パラメータ選択部45では、伝搬路状況推定部46の推定結果を用いて、相手側が次の送信時に用いる変調方式等のパラメータを変調部7に対して通知する。送信パラメータ推定部47では、受信アンテナ8で受け取った信号から、相手側から通知された変調方式等のパラメータを推定し、その推定結果を変調部7に対して通知する。変調部7では、送信パラメータ推定部47の推定結果を用いて、情報データ系列および送信パラメータ選択部45からの情報を変調する。

【0094】また、図14において、伝搬路状況推定部50では、受信アンテナ8で受け取った信号から伝搬路状況を推定し、その推定結果を送信パラメータ選択部49に対して通知する。送信パラメータ選択部49では、伝搬路状況推定部50の推定結果を用いて、相手側が次の送信時に用いる変調方式等のパラメータを送信パラメータ記憶部48と変調部7に対して通知する。送信パラメータ記憶部48では、送信パラメータ選択部49からの情報を記憶し、その内容を次の復調時に復調部3に対して通知する。復調部3では、送信パラメータ記憶部48からの情報を用いて、受信アンテナ8で受け取った信号を復調する。送信パラメータ推定部51では、受信アンテナ8で受け取った信号から、相手側から通知された変調方式等のパラメータを推定し、その推定結果を変調部7に対して通知する。変調部7では、送信パラメータ推定部51からの情報を用いて、情報データ系列および送信パラメータ選択部49からの情報を変調する。

【0095】

【発明の効果】以上、説明したとおり、本発明によれば、OFDM変復調方式において所定のサブキャリア単位に、変調方式、符号化率、または情報伝送速度を適応的に変更することによって、パイロットサブキャリアに関するパラメータを変更する。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを改善できる、という効果を奏する。

【0096】つぎの発明によれば、各サブキャリアにおいて適用された変調方式、符号化率、または情報伝送速度に応じてパイロットサブキャリアの位置および数を変更する。これにより、パイロットサブキャリアのトータル数を少なくできるため、システムスループットを大幅に向上させることができる、という効果を奏する。また、パイロットサブキャリアに適用された変調方式、符号化率、または情報伝送速度に応じて電力を可変とすることにより、送信電力効率を大幅に向上させることができる、という効果を奏する。

【0097】つぎの発明によれば、サブバンド単位に変

調方式、符号化率、または情報伝送速度を適応的に変更する場合、適用する変調方式、符号化率、または情報伝送速度に応じて、パイロットサブキャリアの位置、数および電力を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを大幅に向上させることができる、という効果を奏する。

【0098】つぎの発明によれば、単一のシンボル、任意の複数シンボル、単一のスロット、任意の複数スロット、単一のフレーム、または任意の複数フレーム単位に、変調方式、符号化率、または情報伝送速度を適応的に変更する場合、適用する変調方式、符号化率、または情報伝送速度に応じて、パイロットサブキャリアの位置、数および電力を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを大幅に向上させることができる、という効果を奏する。

【0099】つぎの発明によれば、たとえば、シンボルを単位としてサブキャリア毎に変調方式を適応的に変更する場合、適用する変調方式、符号化率、または情報伝送速度に応じて、パイロットサブキャリアの位置、数および電力を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを大幅に向上させることができる、という効果を奏する。

【0100】つぎの発明によれば、シンボルを単位としてサブバンド毎に変調方式を適応的に変更する場合、適用する変調方式、符号化率、または情報伝送速度に応じて、パイロットサブキャリアの位置、数および電力を可変にする。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを大幅に向上させることができる、という効果を奏する。

【0101】つぎの発明によれば、所定のサブキャリア単位に、変調方式、符号化率、または情報伝送速度を適応的に変更することによって、パイロットサブキャリアの位置、数および電力の少なくともいずれか1つを変更する。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを改善できる、という効果を奏する。

【0102】つぎの発明によれば、再送時にパイロットサブキャリアの位置、数および電力を可変とすることにより、伝搬路状況推定精度を大幅に向上させることができる、という効果を奏する。

【0103】つぎの発明によれば、所定のサブキャリア単位に、変調方式、符号化率、または情報伝送速度を適応的に変更することによって、変調手段が、パイロットサブキャリアに関するパラメータを変更する構成とした。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを改善可能な通信装置を得ることができる、という効果を奏する。

【0104】つぎの発明によれば、変調手段が、各サブキャリアにおいて適用された変調方式、符号化率、または情報伝送速度に応じてパイロットサブキャリアの位置および数を変更する構成とした。これにより、パイロットサブキャリアのトータル数を少なくできるため、システムスループットを大幅に向上させることが可能な通信装置を得ることができる、という効果を奏する。また、パイロットサブキャリアに適用された変調方式、符号化率、または情報伝送速度に応じて電力を可変とすることにより、送信電力効率を大幅に向上させることが可能な通信装置を得ることができる、という効果を奏する。

【0105】つぎの発明によれば、サブバンド単位に変調方式、符号化率、または情報伝送速度を適応的に変更する場合、適用する変調方式、符号化率、または情報伝送速度に応じて、パイロットサブキャリアの位置、数および電力を可変にする構成とした。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを大幅に向上させることが可能な通信装置を得ることができる、という効果を奏する。

【0106】つぎの発明によれば、単一のシンボル、任意の複数シンボル、単一のスロット、任意の複数スロット、単一のフレーム、または任意の複数フレーム単位に、変調方式、符号化率、または情報伝送速度を適応的に変更する場合、適用する変調方式、符号化率、または情報伝送速度に応じて、パイロットサブキャリアの位置、数および電力を可変にする構成とした。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを大幅に向上させることが可能な通信装置を得ることができる、という効果を奏する。

【0107】つぎの発明によれば、たとえば、シンボルを単位としてサブキャリア毎に変調方式を適応的に変更する場合、適用する変調方式、符号化率、または情報伝送速度に応じて、パイロットサブキャリアの位置、数および電力を可変にする構成とした。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを大幅に向上させることが可能な通信装置を得ることができる、という効果を奏する。

【0108】つぎの発明によれば、シンボルを単位としてサブバンド毎に変調方式を適応的に変更する場合、適用する変調方式、符号化率、または情報伝送速度に応じて、パイロットサブキャリアの位置、数および電力を可変にする構成とした。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを大幅に向上させることが可能な通信装置を得ることができる、という効果を奏する。

【0109】つぎの発明によれば、所定のサブキャリア単位に、変調方式、符号化率、または情報伝送速度を適応的に変更することによって、パイロットサブキャリアの位置、数および電力の少なくともいずれか1つを変更

する構成とした。これにより、従来と比較して、システムスループット、送信電力効率の少なくともいずれか1つを改善可能な通信装置を得ることができる、という効果を奏する。

【0110】つぎの発明によれば、再送時にパイロットサブキャリアの位置、数および電力を可変とすることにより、伝搬路状況推定精度を大幅に向上させることが可能な通信装置を得ることができる、という効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる通信装置の構成を示す図である。

【図2】 実施の形態1の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図である。

【図3】 実施の形態1の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図である。

【図4】 実施の形態2の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図である。

【図5】 実施の形態3の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図である。

【図6】 実施の形態4の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図である。

【図7】 実施の形態5の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図である。

【図8】 実施の形態6の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図である。

【図9】 実施の形態6の通信方法で用いられるOFDM変復調方式のサブキャリア配置の一例を示す図である。

【図10】 本発明にかかる通信装置の実施の形態6の構成を示す図である。

【図11】 本発明にかかる通信装置の実施の形態6の構成を示す図である。

【図12】 本発明にかかる通信装置の実施の形態7の構成を示す図である。

【図13】 本発明にかかる通信装置の実施の形態7の構成を示す図である。

【図14】 本発明にかかる通信装置の実施の形態7の構成を示す図である。

【図15】 従来の文献に示されているOFDM変復調方式のスロット構成を示す図である。

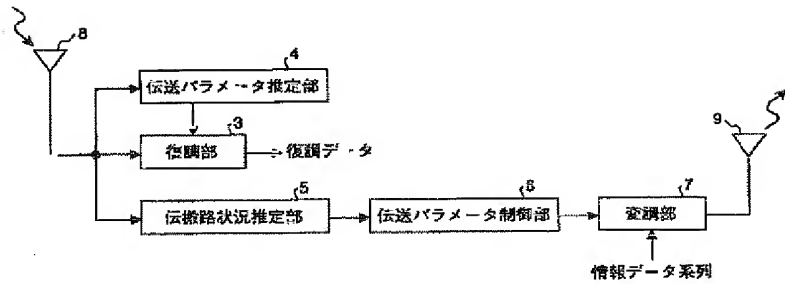
#### 【符号の説明】

3, 36 復調部、4, 33, 47, 51 伝送パラメ

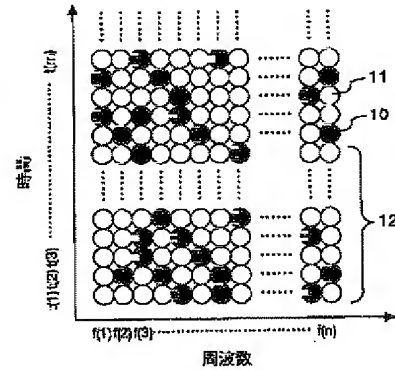
ータ推定部、5、43、44、46、50 伝搬路状況推定部、6 伝送パラメータ制御部、7、37変調部、8、38 受信アンテナ、9、39 送信アンテナ、34 パイロットサブキャリア記憶部、35、42 パイ

ロットサブキャリア変更部、40、48 伝送パラメータ記憶部、41 伝送パラメータ比較部、45、49 伝送パラメータ選択部。

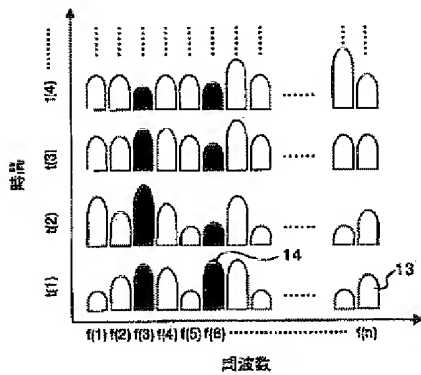
【図1】



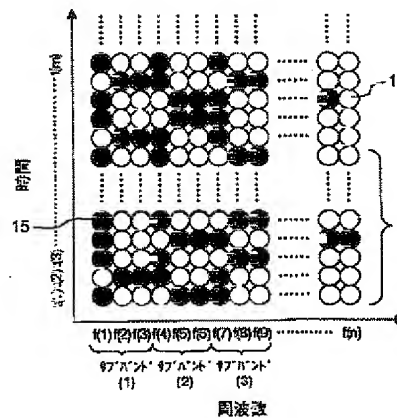
【図2】



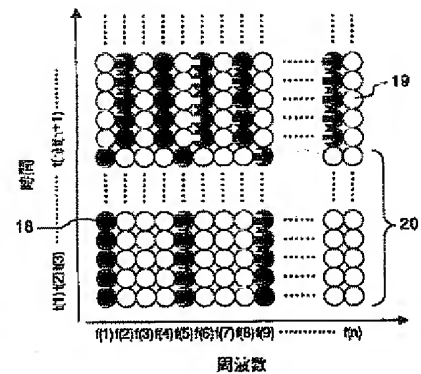
【図3】



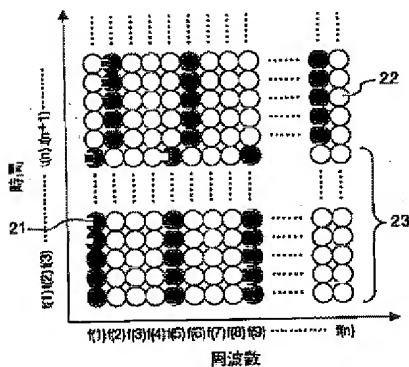
【図4】



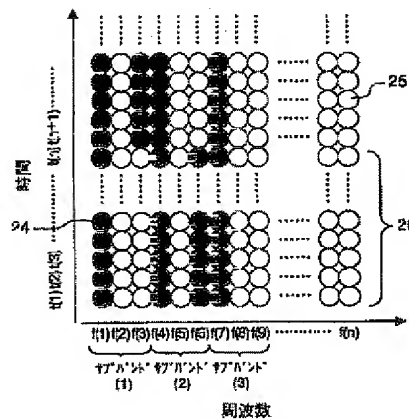
【図5】



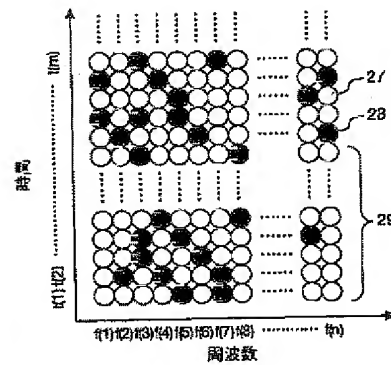
【図6】



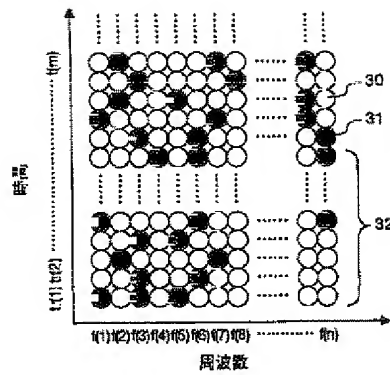
【図7】



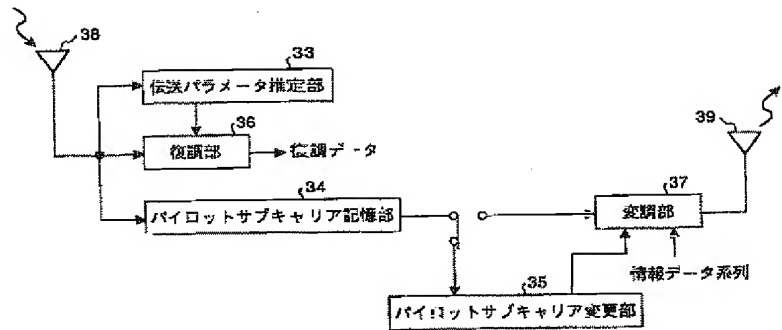
【図8】



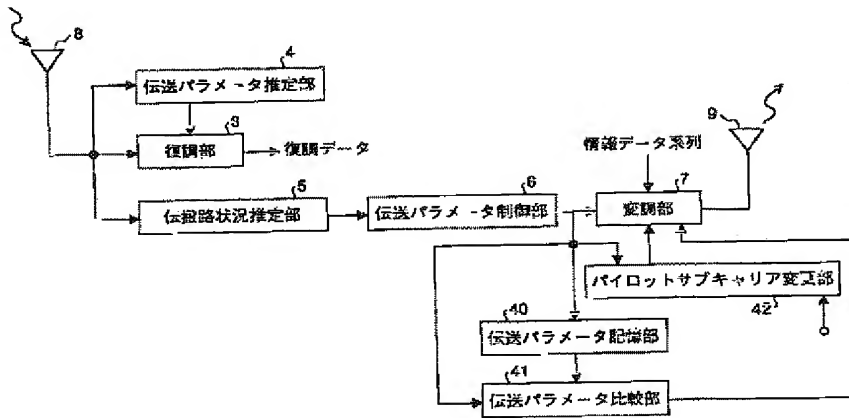
【図9】



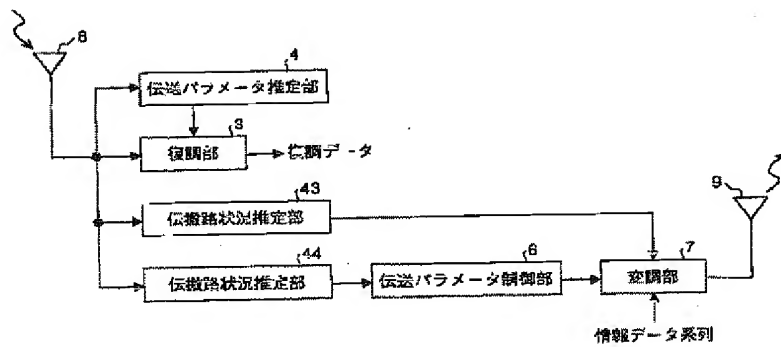
【図10】



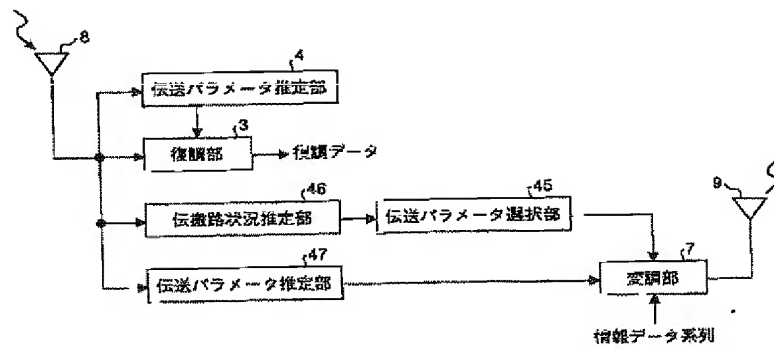
【図11】



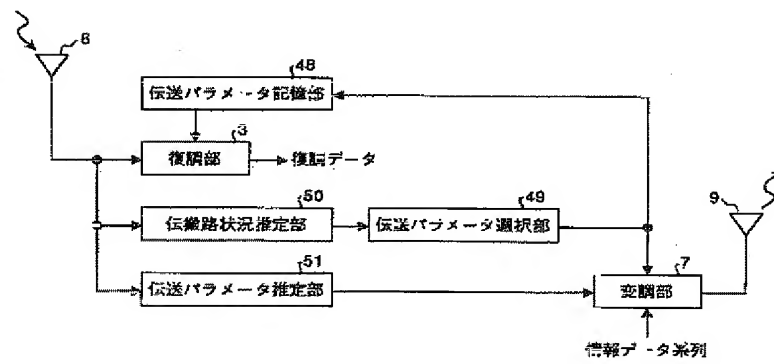
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

